



Неоднородные смеси



Смеси, очистка и разделение смесей

В природе вещества в чистом виде встречаются очень редко. Большинство окружающих нас предметов состоит из смеси веществ.

Смеси включают в себя два или более веществ. Например, вы знаете, что воздух - это смесь азота, кислорода, углекислого газа и других газов. Природные минералы содержат примеси различных веществ. Например, природная соль, добываемая из озера Балхаш и Аральского моря, включает в себя поваренную соль и другие вещества.

Смеси по агрегатному состоянию делятся на гомогенные и гетерогенные.

Проведем такой опыт: кусочек сахара растворим в чистой воде. До растворения сахар представлял собой чистое твердое вещество, а вода чистое жидкое вещество. При их смешении получается жидкое вещество – раствор сахара в воде, который называется гомогенной смесью (гомо- на греческом языке означает одинаковый). Гомогенные смеси по-другому называются однородными.

В гомогенных смесях даже под микроскопом невозможно обнаружить отдельные частицы веществ.

Смеси чаще бывают в гетерогенном виде (гетеро- с греческого языка переводится "неодинаковый").

Проведем опыт. Измельченный кусочек мела поместим в чистую воду. Сколько бы мы не перемешивали раствор, мел не растворится. Мутный раствор представляет собой смесь мела с водой. Частицы мела в воде видны невооруженным глазом. Это гетерогенная смесь или, другими словами, неоднородная смесь.

Выделение нерастворимых в воде веществ из неоднородной смеси

Отстаивание

- 1. Дана смесь железных и древесных стружек. Из смеси надо выделить железные стружки. Для этого смесь помещаем в стакан с водой, взбалтываем и даем отстояться. Железные стружки опускаются на дно стакана, а древесные – всплывают. Если древесные стружки осторожно слить с водой, на дне останутся только железные.
- 2. Требуется очистить мутную озерную воду от мелкого песка. Для этого воду отстаиваем. Песок, мелкие примеси оседают на дно посуды. После отстаивания чистую воду осторожно сливаем. Такой способ отделения жидкости от осадка называется декантацией. Его часто используют в быту.

Фильтрация

- Дана смесь поваренной соли, песка и глины. Требуется отделить поваренную соль из смеси. Для этого смесь помещаем в химический стакан с водой и взбалтываем. Поваренная соль растворяется, а песок оседает. Глина не растворяется и не оседает на дно стакана, поэтому вода остается мутной. Чтобы удалить нерастворимые частицы глины из раствора, смесь фильтруют. Для этого необходимо собрать маленький прибор для фильтрации из стеклянной воронки, фильтровальной бумаги и штатива. (Учитель покажет, как приготовить фильтр из фильтровальной бумаги).
- Раствор соли отфильтровывается. Для этого фильтруемый раствор осторожно переливается в воронку с плотно вставленным фильтром. На фильтре остаются песок и частицы глины, а прозрачный раствор соли проходит через фильтр. Чтобы выделить растворенную в воде поваренную соль, применяют способ перекристаллизации.

Выделение веществ из однородной смеси

Перекристаллизация

- 1. Требуется выделить поваренную соль из раствора. Вы научились выделять поваренную соль из неоднородной смеси. Теперь выделим поваренную соль из однородной смеси (Для работы поваренная соль марки «Экстра» не годится). Приготовьте водный раствор соли. Фильтрованием очистите ее от нерастворимых в воде примесей.

Раствор, полученный фильтрованием, называется фильтрат. Фильтрат перелейте в фарфоровую чашку. Чашку с раствором поместите на кольцо штатива и нагрейте раствор над пламенем спиртовки. Вода начнет испаряться, а объем раствора уменьшится. Такой процесс называется выпариванием. По мере выпаривания воды раствор становится более концентрированным. Когда раствор дойдет до состояния насыщения поваренной солью, на стенках чашки появятся кристаллы. В этот момент прекратите нагревание и охладите раствор. Охлажденная поваренная соль выделится в виде кристаллов. При необходимости можно кристаллы соли отделить от раствора фильтрованием.

Раствор нельзя выпаривать до полного испарения воды, так как другие растворимые примеси также могут выпасть в осадок в виде кристаллов и загрязнить поваренную соль. Перекристаллизацией называется способ очистки, при котором вначале вещество растворяют в воде, затем раствор вещества в воде выпаривается. В результате вода выпаривается, а вещество выделяется в виде кристаллов.

Перегонка

- 1. Требуется очистка обычной воды. В обычной воде всегда содержатся примеси растворенных в ней веществ. Очистка воды от растворенных в ней веществ основывается на различиях их температур кипения. Способ разделения однородной жидкой смеси путем испарения летучих жидкостей и их последующей конденсации в виде паров называется перегонкой или дистилляцией. Например, в аптеках для приготовления лекарственных препаратов используется только дистиллированная (перегонанная) вода.

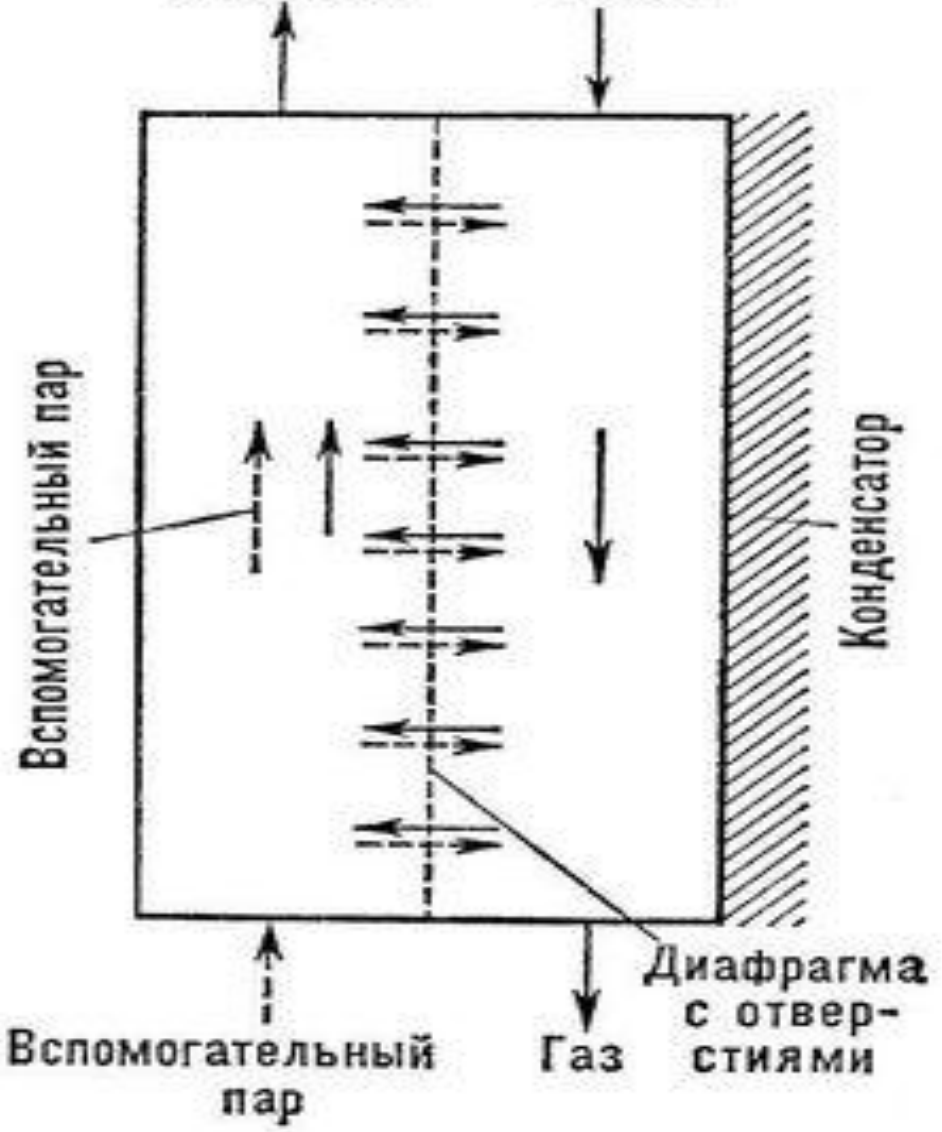
Для очистки воды перегонкой вам необходимо собрать прибор из колбы, приемника и холодильника, по наружной трубке которого пропускается холодная вода. При нагревании колбы над спиртовкой вода закипает и превращается в водяные пары, которые поступают в охлажденную внутреннюю трубку холодильника, снова превращаются в жидкость (конденсируются) и стекают в приемник.

Примеси, содержащиеся в воде в виде растворенных солей, не испаряются. Они остаются в растворе. Если раствор выпарить досуха, то на дне колбы останется твердый осадок. При необходимости его можно выделить из раствора перекристаллизацией.



Газ обогащенный
легким
изотопом

Разделяемая
газовая
смесь



Вспомогательный пар

Конденсатор

Диафрагма
с отвер-
стиями

Вспомогательный
пар

Газ

Смеси веществ

- Нужно обязательно знать разницу между чистыми веществами и смесями. Также есть два понятия чистоты веществ – бытовое и лабораторное. В первом случае чистота относительна, во втором имеется ввиду вещество без примесей иных веществ. В природе абсолютно чистых веществ нет, их можно получить лишь искусственно.
- Смеси веществ состоят из двух и более компонентов. Смеси делят, в свою очередь, на неоднородные и однородные. Неоднородные смеси отличаются тем, что можно увидеть отдельные компоненты. К таким смесям относятся: чернила, паста, камни, бетон, молоко и многие другие.
- Однородные смеси характеризуются тем, что их компоненты визуально неотделимы друг от друга. Это минеральные воды, морская вода, воздух, всевозможные растворы и т.д.
- Смеси часто разделяют для получения отдельных компонентов. Методы разделения многочисленны, их для удобства разделяют по видам разделяемых смесей.
- Неоднородные смеси разделяют отстаиванием и фильтрованием. Это самые легкодоступные методы. Отстаивание основано на разных плотностях компонентов и довольно длительно. Фильтрование основано на разных размерах компонентов и применяет фильтры для их разделения.
- Однородные смеси чаще разделяют выпариванием – когда важен компонент, обладающий более высокой температурой кипения, и дистилляцией, когда нужно собрать испаряющийся сразу компонент. Дистилляцией часто пользуются для получения очищенной воды в лабораториях.

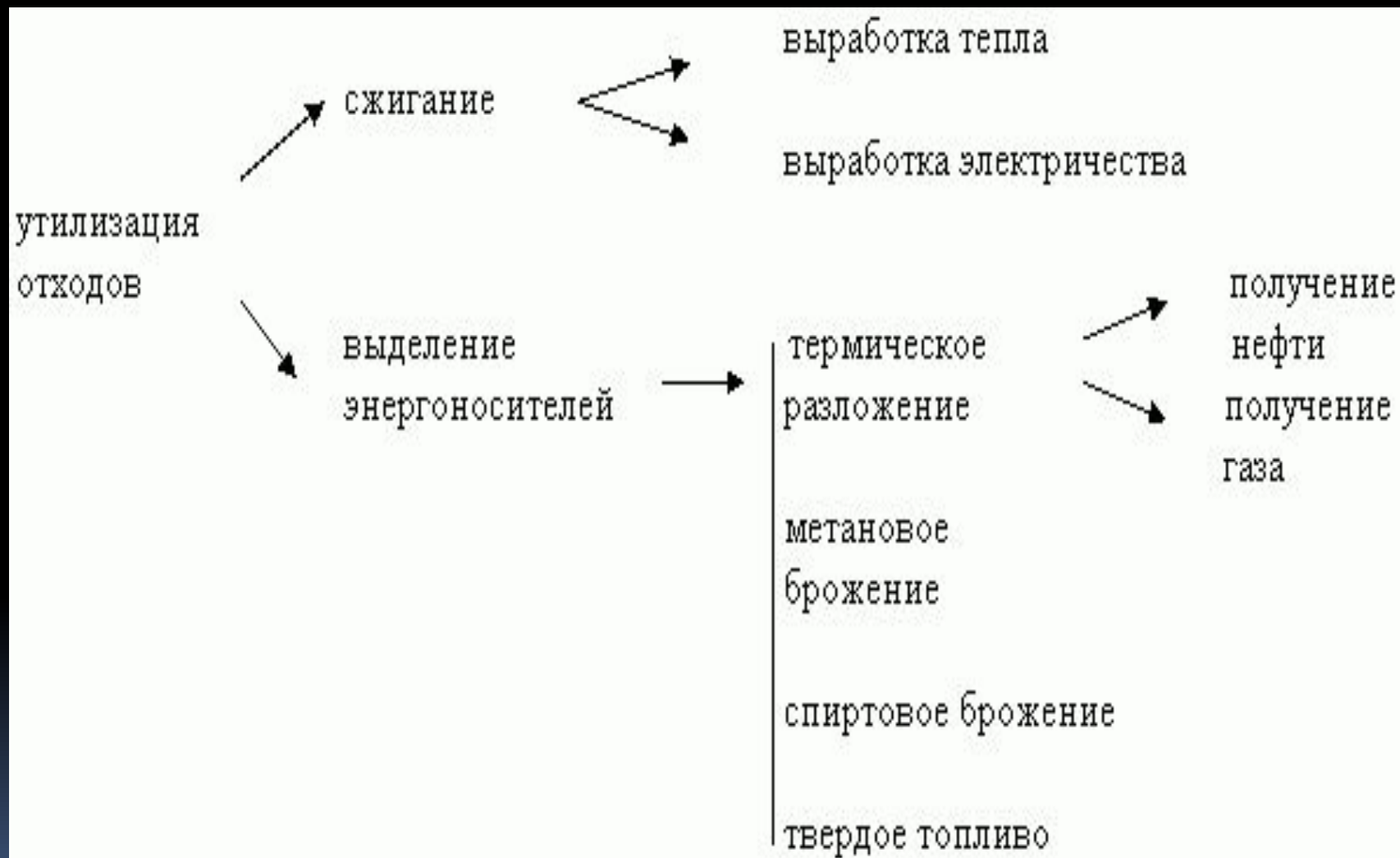
Методы разделения и очистки органических веществ

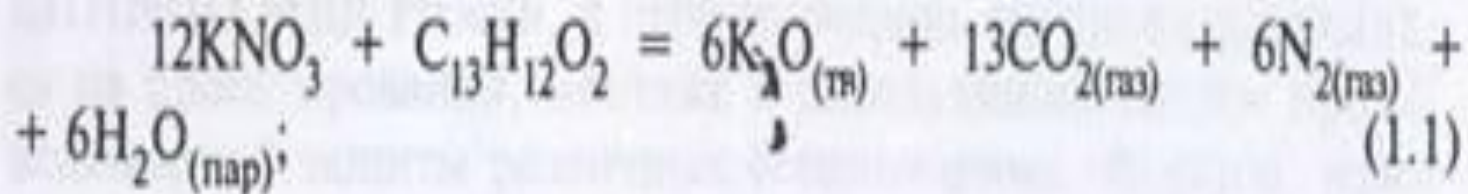
- Для установления состава органического вещества прежде всего необходимо получить его в достаточно чистом состоянии. В зависимости от агрегатного состояния вещества (твердое, жидкое, газообразное) применяют различные методы очистки.
- Твердые вещества могут быть освобождены от содержащихся в них примесей путем перекристаллизации. В этом случае стремятся найти растворитель, растворимость в котором очищаемого вещества значительно отличается от растворимости содержащихся в нем примесей. Если трудно растворимо очищаемое вещество, то оно выкристаллизовывается в чистом виде при охлаждении горячего насыщенного раствора, в то время как примеси остаются в маточном растворе. Если трудно растворимы примеси, то выкристаллизовываются они, а основное вещество остается в растворе. В ряде случаев вещество достаточной степени чистоты может быть получено только в результате многократной перекристаллизации, причем зачастую лучшие результаты получаются при чередовании различных растворителей. Иногда вещество содержит высокомолекулярные или коллоидные окрашенные примеси, которые не могут быть отделены обычной перекристаллизацией. Тогда вещество освобождают от примесей кипячением растворов с адсорбирующими агентами, например с активированным углем.

- Для разделения смесей, в том числе твердых веществ, в последнее время широкое распространение получил метод хрома-тографии, основы которого были разработаны М. С. Цветом в 1903—1906 гг. Если метод разделения смесей путем кристаллизации основан на различной растворимости компонентов, то метод хроматографии основан на различной адсорбируемое из компонентов смеси каким-либо адсорбентом. Иногда это различие настолько велико, что, обработав раствор небольшим количеством адсорбента, можно полностью извлечь один компонент смеси, оставив другой в растворе. Однако в большинстве случаев различие адсорбируемости компонентов смеси недостаточно для их полного разделения при однократной обработке раствора адсорбентом. Многократная же обработка раствора небольшими количествами адсорбента неудобна и связана с большими потерями. Вместо этого раствор смеси пропускают через столб адсорбента (окись алюминия, силикагель и др.), заполняющего вертикальную стеклянную трубку. Это и есть хроматографическая колонка, предложенная М. С. Цветом. В хроматографической колонке происходит поглощение компонентов смеси адсорбентом. При этом компоненты, обладающие наибольшей адсорбируемостью, поглощаются первыми — верхними слоями адсорбента, а компоненты, обладающие меньшей адсорбируемостью, проходят дальше и задерживаются последующими слоями. Столб адсорбента с такими слоями называется хроматограммой. Далее колонку промывают серией растворителей с постепенно увеличивающейся десорбирующей способностью (петролейный эфир, бензол, хлороформ и т. д.). При этом компоненты, передвигаясь вниз с разной скоростью, разделяются гораздо 'полнее (проявление хроматограммы). Тогда компоненты смеси можно выделить, разделив слои на части механическим путем. Иногда компоненты смеси поочередно полностью вымывают из адсорбента (элюирование). Если разделение смеси двух веществ, резко отличающихся по адсорбируемо-сти, путем однократной обработки раствора сорбентом можно уподобить простой разгонке смеси двух жидких веществ на две фракции, то хроматография будет соответствовать ректификации на колонке с большим числом теоретических тарелок.

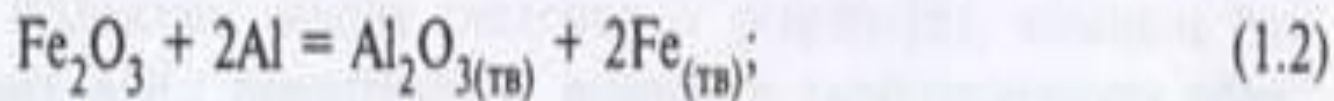
- Хроматографические методы разделения смесей получили особенно широкое распространение в химии сложных природных соединений, так как многие из этих соединений не перегоняются без разложения и трудно кристаллизуются. Техника хроматографии быстро совершенствуется; это особенно относится к распределительной хроматографии, в частности к хроматографии на бумаге. Так, например, используя метод меченых атомов (радиохроматография на бумаге), удастся быстро разделять очень малые количества смесей.
- Жидкие органические вещества чаще всего разделяют и очищают перегонкой. Каждое индивидуальное жидкое вещество кипит при температуре, при которой давление его паров достигает величины атмосферного давления. Для разделения смесей жидких веществ применяется дробная, или фракционированная, перегонка, основанная на том, что образующийся пар почти всегда имеет другой состав, чем жидкая смесь, а именно: содержание вещества с большим давлением пара обычно выше в парах, чем в исходной смеси, независимо от того, какой состав имела эта смесь. Охлаждая отходящие пары веществ, последовательно собирают отдельные фракции жидкостей, содержащие в разных количествах разделяемые индивидуальные вещества. Подвергая эти фракции повторным перегонкам, можно выделить из них достаточно чистые органические вещества. Успешнее это можно осуществить с помощью так называемых ректификационных колонок.

- Разделение веществ перегонкой происходит тем легче, чем больше различаются парциальные давления паров разделяемых веществ. Однако в некоторых случаях, несмотря на значительную разницу в точках кипения чистых веществ, их смеси нельзя разделить перегонкой. Причина этого явления заключается в том, что некоторые вещества образуют постоянно кипящие (азеотропные) смеси, состав паров которых не отличается от состава жидкой фазы; так, например, смесь 95,5% этилового спирта и 4,5% воды обладает наибольшим давлением пара (наименьшей температурой кипения) по сравнению с чистым этиловым спиртом и водой или любыми их смесями в других соотношениях. Поэтому такая смесь будет перегоняться в первую очередь, независимо от соотношения исходных компонентов. Примером постоянно кипящей смеси с наименьшим давлением пара (наибольшей температурой кипения) может служить смесь 77,5% муравьиной кислоты и 22,5% воды. В подобных случаях чистое органическое вещество получают либо обходным путем, либо удаляют второй компонент постоянно кипящей смеси, применяя какие-либо другие (химические или физические) методы. Так, например, последние 4,5% воды можно удалить из этилового спирта кипячением с окисью кальция или настаиванием над безводной сернокислрой медью и последующей обработкой металлическим кальцием или магнием.
- Высококипящие жидкости или такие, которые при атмосферном давлении кипят с разложением, очищают перегонкой в вакууме, так как в вакууме температура кипения понижается. В настоящее время для очистки жидких веществ все шире и шире применяется метод хроматографии.

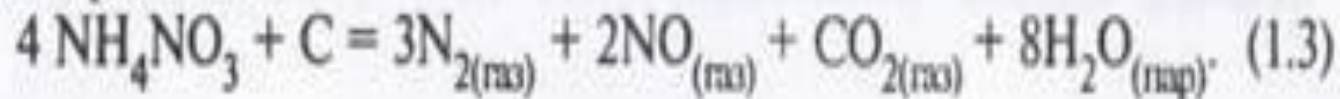




или только твердые, как, например, при реакции горения термита:



или только газо- и парообразные, как, например, при горении аммиачной селитры с углеродом или другими органическими горючими:



- Очистка газообразных органических веществ производится главным образом путем вымораживания, фракционированного испарения смесей при низких температурах, а также при помощи целого ряда химических операций, позволяющих связать имеющиеся в газообразном веществе примеси. Большие успехи достигнуты в области разделения газов хроматографическим методом. Благодаря большей скорости диффузии газов по сравнению с жидкостями скорость пропускания разделяемого газа через колонку и размеры гранул адсорбента могут быть значительно увеличены. При хроматографическом разделении газов используется также сильная температурная зависимость адсорбции. Иногда весь процесс ведут при низкой температуре, иногда— при высокой, а в ряде случаев выгодно вводить газовую смесь в охлажденную колонку, а затем вытеснять компоненты, постепенно повышая температуру. В последнее время все большее значение приобретает газо-жидкостная, или газовая, хроматография, отличающаяся тем, что в колонку вместо твердого адсорбента помещается пористый материал, пропитанный высоко-кипящей жидкостью. Разделяемые вещества (газы или жидкости в испаренном виде) пропускают через такую колонку в токе инертного газа (N_2 , H_2 , He). Пары разных веществ задерживаются жидкой фазой по-разному, а потому выходят из колонки через разные промежутки времени.

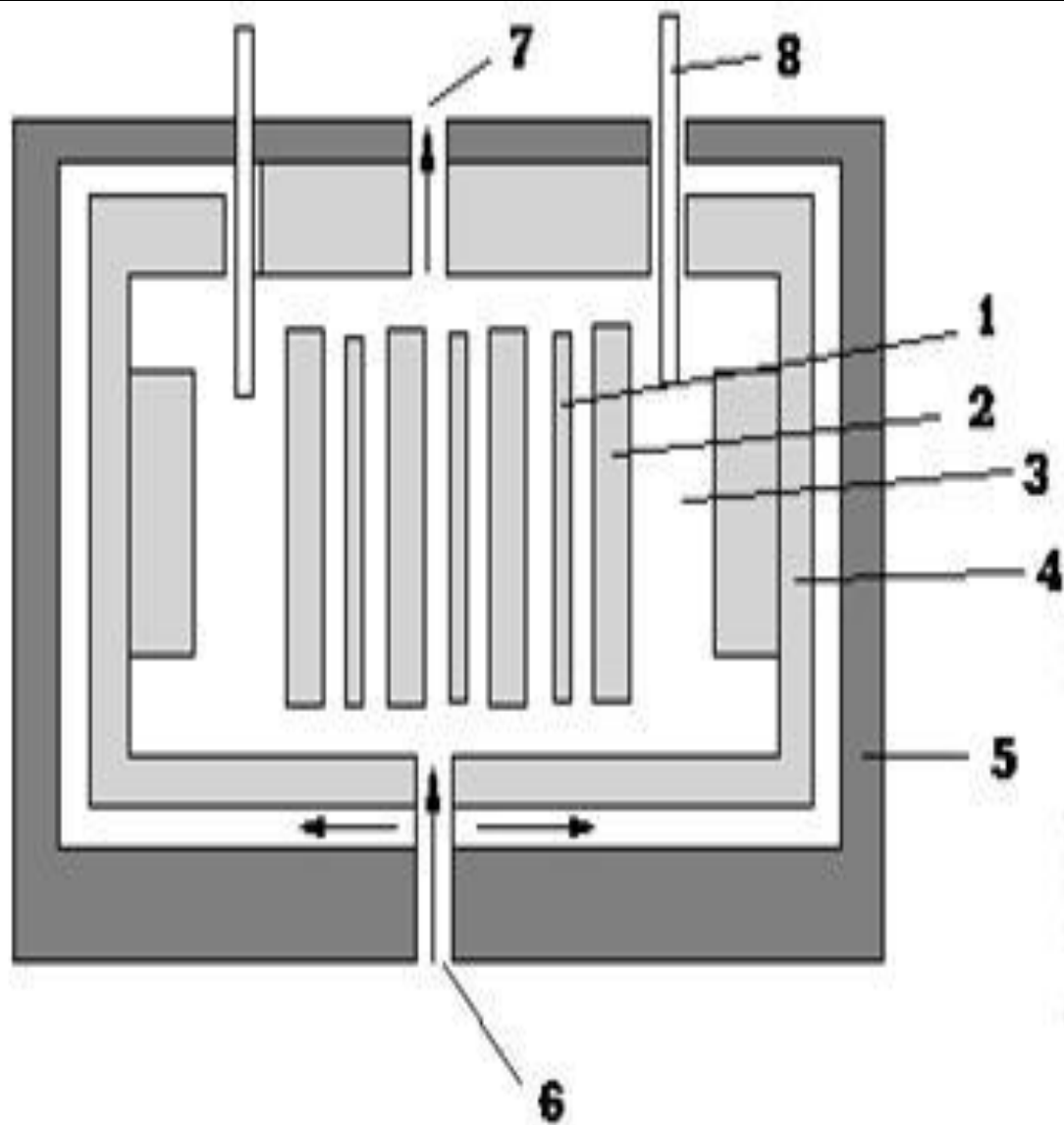
- Самым простым критерием чистоты кристаллического вещества является точка его плавления, так как уже малейшие примеси вызывают ее понижение. Если очищают неизвестное вещество, то его очистку продолжают до тех пор, пока точка плавления не перестанет повышаться. При оценке чистоты жидкого вещества наиболее простым критерием является постоянство его точки кипения при постоянном давлении (при этом нельзя забывать, что постоянными температурами кипения обладают также и азеотропные смеси). Если вещество кристаллизуется при низкой температуре, то наиболее надежным критерием его чистоты является температура замерзания. Большое значение при оценке чистоты известных жидких органических веществ имеют плотность и показатель преломления. Для чистых веществ эти величины при одинаковых условиях определения всегда постоянны.

Газовая хроматография

- Газовая хроматография — разновидность хроматографии, метод разделения летучих компонентов, при котором подвижной фазой служит инертный газ (газ-носитель), протекающий через неподвижную фазу с большой поверхностью. В качестве подвижной фазы используют водород, гелий, азот, аргон, углекислый газ. Газ-носитель не реагирует с неподвижной фазой и разделяемыми веществами.
- Различают газо-твёрдофазную и газо-жидкостную хроматографию. В первом случае неподвижной фазой является твёрдый носитель (силикагель, уголь, оксид алюминия), во втором — жидкость, нанесённая на поверхность инертного носителя.
- Разделение основано на различиях в летучести и растворимости (или адсорбируемости) компонентов разделяемой смеси.
- Этот метод можно использовать для анализа газообразных, жидких и твёрдых веществ с молекулярной массой меньше 400, которые должны удовлетворять определённым требованиям, главные из которых — летучесть, термостабильность, инертность, лёгкость получения. Этим требованиям в полной мере удовлетворяют, как правило, органические вещества, поэтому газовую хроматографию широко используют как серийный метод анализа органических соединений.



Схема преобразования энергии и вещества в установке АКВАХЛОР



Гетерогенный реактор:

1-топливо; 2-замедлитель; 3-теплоноситель; 4-отражатель; 5-корпус и биологическая защита; 6-вход теплоносителя, 7-выход теплоносителя, 8-стержни регулирования